

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 9 月 9 日 (09.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/083761 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/28, 33/00  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003802  
(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 28 日 (28.02.2005)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2004-050798 2004 年 2 月 26 日 (26.02.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP). 古河電気工業株式会社 (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中山 達峰 (NAKAYAMA, Tatsuo) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 裕二 (ANDO, Yuji) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 宮本 広信 (MIYAMOTO, Hironobu) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 葛原 正明 (KUZUHARA, Masaaki) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 岡本 康宏 (OKAMOTO,

Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 井上 隆 (INOUE, Takashi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 幡谷 耕二 (HATAYA, Koji) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 池田 憲保 (IKEDA, Noriyasu); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目 4 番 1 0 号 第 3 森ビル Tokyo (JP).

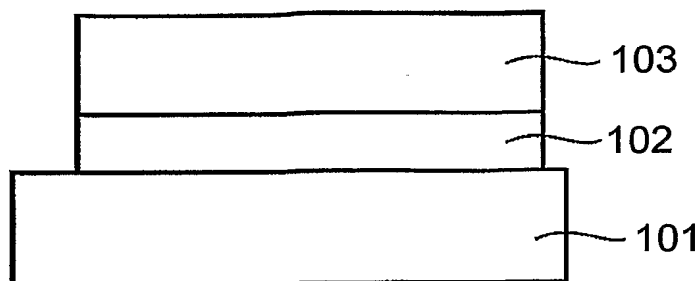
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OHMIC ELECTRODE STRUCTURE OF NITRIDE SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 窒化物半導体装置のオーム性電極構造



(57) Abstract: An ohmic electrode structure of a nitride semiconductor device having a nitride semiconductor. The ohmic electrode structure is provided with a first metal film formed on the nitride semiconductor and a second metal film formed on the first metal film. The first metal film is composed of at least one material selected from a group consisting of V, Mo, Ti, Nb, W, Fe, Hf, Re, Ta and Zr. The second metal film is composed of at least one material different from that of the first metal film (102), selected from a group consisting of V, Mo, Ti, Nb, W, Fe, Hf, Re, Ta, Zr, Pt and Au.

(57) 要約: 窒化物半導体を有する窒化物半導体装置のオーム性電極構造であって、窒化物半導体上に形成された第 1 の金属膜と、第 1 の金属膜上に形成された第 2 の金属膜とを有する。第 1 の金属膜は、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr から成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成されている。第 2 の金属膜は、第 1 の金属膜 102 と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Au から成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成されている。

WO 2005/083761 A1



添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 窒化物半導体装置のオーム性電極構造

技術分野

本発明は窒化物半導体装置のオーム性電極構造に関し、特に、窒化物半導体を用いた素子、例えば、発光ダイオード、レーザーダイオード、ショットキダイオード、電界効果トランジスタ、バイポーラトランジスタなどに用いることが可能な窒化物半導体装置のオーム性電極構造に関する。

背景技術

従来のAlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> HJFET構造においては、特開平7-45867号公報(以下、特許文献1という)に示されているように、Ti/Alがオーム性電極材料として用いられている。このように、電極材料としてAlを用いることで、室温における窒化物半導体との接触抵抗が低くなる。

発明の開示

しかしながら、電極材料にAlを用いた場合、Alの融点が660℃と低い、大気中の酸素と反応しやすい、また、反応性が高く他の金属と共晶合金を作りやすい。これらの理由から、高温動作時もしくは高温保管時に表面形状が変化するという問題があった。

また、接触抵抗の経時変化が大きく、室温で低接触抵抗が得られていても、動作中に時間と共に接触抵抗が悪化するという問題があった。

さらに、例えば、上記特許文献1では、AlとTiが300℃付近の低温からゆっくり反応が進む。このため、高温動作時に徐々に電極が変化してしまい、コンタクト抵抗が劣化するという問題があった。

そこで、本発明は、上記従来技術の問題点に鑑みて成されたものであり、その目的は、高温保管に耐え、かつ動作時にも接触抵抗が劣化することのない窒化物半導体装置のオーム性電極を提供することにある。

課題を解決するための手段

本発明の第1の態様では、窒化物半導体を有する窒化物半導体装置のオーム性電極構造において、窒化物半導体上に形成された第1の金属膜と、第1の金属膜上に形成された第2の金属膜とを有し、第1の金属膜は、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成され、第2の金属膜は、第1の金属膜と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成されている。

前記窒化物半導体は、GaN, AlN, InN及びその混合物を主成分とする半導体であることが好ましい。

前記第1の金属膜と前記窒化物半導体の間には、Si層が形成されていることが好ましい。このSi層は、前記窒化物半導体に対してn型ドーパントとして作用する。

また、本発明の第2の態様では、窒化物半導体を有する窒化物半導体装置のオーム性電極構造において、窒化物半導体上に形成された第1の金属膜と、第1の金属膜上に形成された第2の金属膜と、第2の金属膜上に形成された第3の金属膜とを有し、第1の金属膜は、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成され、第2の金属膜は、第1の金属膜と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成され、第3の金属膜は、第2の金属膜と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成されている。

前記窒化物半導体は、GaN, AlN, InN及びその混合物を主成分とする半導体であることが好ましい。

前記第1の金属膜と前記窒化物半導体の間には、Si層が形成されていることが好ましい。このSi層は、前記窒化物半導体に対してn型ドーパントとして作用する。

本発明の窒化物半導体装置のオーム性電極は、Auの融点以上の融点を持つ金属

を主成分として構成されており、高温動作時もしくは高温保管時に表面形状が変化しにくい。また、AlとTiが300℃付近の低温からゆっくり反応が進むのに対し、本発明の電極構造では、融点の低いAlを用いていないため合金化も進みにくく安定である。そのため、高温動作時においても低コンタクト抵抗を維持できるオーミック電極が得られる。このように、高温でも安定な電極構造を用いることで、実際に通電して電極付近の温度が高くなっても、低コンタクト抵抗を維持でき、優れた素子特性を実現することができる。特に、高出力素子では素子の温度が高くなるため、その効果は顕著である。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施の形態に係るオーミック電極を示す断面構造図である。  
図2は、本発明の第2の実施の形態に係るオーミック電極を示す断面構造図である。  
図3は、本発明の第3の実施の形態に係るオーミック電極を示す断面構造図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

##### (第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態を図1に示す。図1は本発明の第1の実施の形態に係るオーミック電極を示す断面構造図である。

本発明のオーミック電極は、GaN系半導体等の窒化物半導体101上に第1の金属膜102、第2の金属膜103を順次形成する。その後、500℃以上の熱処理を行うことで形成される。

本実施の形態の窒化物半導体101は、例えば、GaN、AlN、InN及びその混合物を主成分とする半導体である。

また、第1の金属膜102は、例えば、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrのいずれか一つを含む金属膜である。

また、第2の金属膜103は、例えば、第1の金属膜102と異なるV、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auのいずれか一つを含む金属膜である。

## (実施例 1)

本発明の第 1 の実施の形態の一実施例を示す。

本発明のオーム性電極は、窒化物半導体 101 として AlGa<sub>0.3</sub>N (例えば Al 組成比 0.3) を用いる。そして、第 1 の金属膜 102 として Nb 層 (例えば膜厚 30 nm) を、第 2 の金属膜 103 として Au 層 (例えば膜厚 200 nm) をスパッタ蒸着し、1000℃の熱処理を行うことにより作製される。

このような電極構造とすることで、Nb の融点が 2477℃と非常に高く、また Au の融点も 1064℃と高いため、熱処理温度では溶解しない。また、合金化も進みにくく安定である。そのため、通電時に電極付近の温度が 500℃まで上がっても 3 Ωmm 以下の低コンタクト抵抗を実現できた。

なお、本実施例では第 1 の金属膜 102 として Nb を用いたが、第 1 の金属膜 102 としては V、Mo、Ti、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr のいずれか一つを含む金属膜でもよく、もしくは Si、N を混合しても良い。ただし、Si の混入比率によっては融点が低下する金属があるため、Si の混入比率は合金の融点が 1000℃以上となる比率とすることが好ましい。

また、第 2 の金属膜 103 として Nb を用いたが、第 1 の金属膜 102 と異なる V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Au のいずれか一つを含む金属膜で代用することも可能である。

表 1 に実施例 1 において適用可能な第 1 の金属とその厚さの一例および第 2 の金属とその厚さの一例を示す。また各金属の融点を元素記号の下に示す。

表 1

第1の金属	厚さ(nm)	第2の金属	厚さ(nm)
<u>V</u> 1915°C	30	<u>V</u> 1915°C	200
<u>Mo</u> 2620°C	30	<u>Mo</u> 2620°C	200
<u>Nb</u> 2458°C	30	<u>Nb</u> 2458°C	200
<u>Ti</u> 1667°C	30	<u>Ti</u> 1667°C	200
<u>W</u> 3407°C	30	<u>W</u> 3407°C	200
<u>Fe</u> 1535°C	30	<u>Fe</u> 1535°C	200
<u>Hf</u> 2222°C	30	<u>Hf</u> 2222°C	200
<u>Re</u> 3180°C	30	<u>Re</u> 3180°C	200
<u>Ta</u> 2980°C	30	<u>Ta</u> 2980°C	200
<u>Zr</u> 1857°C	30	<u>Zr</u> 1857°C	200
		<u>Au</u> 1064°C	200
		<u>Pt</u> 1769°C	200

また、本実施例では、第1の金属膜102としてのNb層の厚さを30nm、第2の金属膜103としてのAu層の厚さを200nmとしたが、Nb層、Au層の厚さは所望の厚さとすることができる。ただし、金属界面の凹凸の影響でAuが直接半導体と接触することを防ぐため、第1の金属膜202（例えばNb層）の厚さは10nm以上が好ましい。

また、本実施例では、第1及び第2の金属膜102、103をスパッタ蒸着によ

り形成したが、電子銃蒸着等の他の方法で積層することも可能である。

更に、本実施例では、熱処理温度を1000℃としたが、熱処理温度は使用金属によって所望の温度とすることも可能である。但し、熱処理温度を高くするほうがコンタクト抵抗が低くなる傾向にあるため、800℃以上の熱処理を行うことが好ましい。また、熱処理の後、別途積層する場合は、目的に応じて、所望の金属を所望の厚さに積層することが可能である。

#### (第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態を図2に示す。

図2は本発明の第2の実施の形態に係るオーム性電極を示す断面構造図である。

本発明のオーム性電極は、GaN系半導体等の窒化物半導体201上に第1の金属膜202、第2の金属膜203及び第3の金属膜204を順次形成する。その後、500℃以上の熱処理を行うことで形成される。

本実施の形態の窒化物半導体201は、例えば、GaN、AlN、InN及びその混合物を主成分とする半導体である。

また、第1の金属膜202は、例えば、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrのいずれか一つを含む金属膜である。

また、第2の金属膜203は、例えば、第1の金属膜202と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auのいずれか一つを含む金属膜である。

また、第3の金属膜204は、例えば、第2の金属膜203と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auのいずれか一つを含む金属膜である。

#### (実施例2)

本発明の実施の形態の一実施例を示す。

本発明のオーム性電極は、窒化物半導体201としてAlGaN（例えばAl組成比0.3）を用いる。そして、第1の金属膜202としてNb層（例えば膜厚30nm）、第2の金属膜203としてPt層（例えば膜厚35nm）、第3の金属膜204としてAu層（例えば膜厚200nm）をスパッタ蒸着し、1000℃の熱処理を行うことにより作製される。



このような電極構造とすることで、Nbの融点が2477℃、Ptの融点が1768℃と非常に高く、またAuの融点も1064℃と高いため、熱処理温度では溶解しない。また、NbとAuの間にPtを挟むことで更に合金化が進みにくく安定である。そのため、通電時に電極付近の温度が500℃まで上がっても3Ωmm以下の低コンタクト抵抗を実現できた。

なお、本実施例では、第1の金属膜202としてNbを用いたが、第1の金属膜202としてはV、Mo、Ti、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrのいずれか一つを含む金属膜を用いてもよく、もしくはSi、Nを混合しても良い。ただし、Siの混入比率によっては融点が低下する金属があるため、Siの混入比率は合金の融点が1000℃以上となる比率とすることが好ましい。

また、本実施例では、第2の金属膜203としてPtを用いたが、第1の金属膜202と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auのいずれか一つを含む金属膜で代用することも可能である。

また、第3の金属膜204としてAuを用いたが、第2金属膜203と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auのいずれか一つを含む金属膜で代用することも可能である。

表2に、実施例2において適用可能な第1の金属とその厚さの一例、第2の金属とその厚さの一例および第3の金属とその厚さの一例を示す。また各金属の融点を元素記号の下に示す。

表 2

第1の金属	厚さ(nm)	第2の金属	厚さ(nm)	第3の金属	厚さ(nm)
<u>V</u> 1915°C	30	<u>V</u> 1915°C	35	<u>V</u> 1915°C	200
<u>Mo</u> 2620°C	30	<u>Mo</u> 2620°C	35	<u>Mo</u> 2620°C	200
<u>Nb</u> 2458°C	30	<u>Nb</u> 2458°C	35	<u>Nb</u> 2458°C	200
<u>Ti</u> 1667°C	30	<u>Ti</u> 1667°C	35	<u>Ti</u> 1667°C	200
<u>W</u> 3407°C	30	<u>W</u> 3407°C	35	<u>W</u> 3407°C	200
<u>Fe</u> 1535°C	30	<u>Fe</u> 1535°C	35	<u>Fe</u> 1535°C	200
<u>Hf</u> 2222°C	30	<u>Hf</u> 2222°C	35	<u>Hf</u> 2222°C	200
<u>Re</u> 3180°C	30	<u>Re</u> 3180°C	35	<u>Re</u> 3180°C	200
<u>Ta</u> 2980°C	30	<u>Ta</u> 2980°C	35	<u>Ta</u> 2980°C	200
<u>Zr</u> 1857°C	30	<u>Zr</u> 1857°C	35	<u>Zr</u> 1857°C	200
		<u>Au</u> 1064°C	35	<u>Au</u> 1064°C	200
		<u>Pt</u> 1769°C	35	<u>Pt</u> 1769°C	200

また、本実施例では、第1の金属膜202としてのNb層の厚さを30nm、第2の金属膜203としてのPt層の厚さを35nm、第3の金属膜204としてのAu層の厚さを200nmとしたが、Nb層、Pt層、Au層の厚さは所望の厚さとすることができる。ただし、金属界面の凹凸の影響でAuが直接半導体と接触することを防ぐため、第2の金属膜203（例えばPt層）の厚さは10nm以上であることが好ましい。また、半導体表面と接する第1の金属膜202の厚さは半導

体表面を覆うことができる 3～5 nm より厚ければよい。

また、本実施例では、第 1、第 2 及び第 3 の金属膜 202、203、204 をスパッタ蒸着により形成したが、電子銃蒸着等他の方法で積層することも可能である。

更に、本実施例では、熱処理温度を 1000℃ としたが、熱処理温度は使用金属によって所望の温度とすることが可能である。但し、熱処理温度を高くするほうがコンタクト抵抗が低くなる傾向にあるため、800℃ 以上の熱処理を行うことが好ましい。

また、熱処理の後、別途積層する場合は、目的に応じて、所望の金属を所望の厚さに積層することも可能である。

#### (第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態を図 3 に示す。

図 3 は本発明の第 3 の実施の形態に係るオーム性電極を示す断面構造図である。

本発明のオーム性電極は、Ga N 系半導体等の窒化物半導体 301 上に Si 層 302、第 1 の金属膜 303 及び第 2 の金属膜 304 を順次形成する。その後、500℃ 以上の熱処理を行うことで形成される。

本実施の形態の窒化物半導体 301 は、例えば、Ga N、Al N、In N 及びその混合物を主成分とする半導体である。

また、第 1 の金属膜 303 は、例えば V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr のいずれか一つを含む金属膜である。

また、第 2 の金属膜 304 は、例えば、第 1 の金属膜 303 と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Au のいずれか一つを含む金属膜である。

#### (実施例 3)

本発明の実施の形態の一実施例を示す。

本発明のオーム性電極は、窒化物半導体 301 として Al Ga N (例えば Al 組成比 0.3) を用いる。そして、Si 層 302 (例えば膜厚 3 nm)、第 1 の金属膜 303 として Nb 層 (例えば膜厚 30 nm)、第 2 の金属膜 304 として Au 層 (例えば膜厚 200 nm) を電子銃蒸着し、1000℃ の熱処理を行うことにより作製される。

このような電極構造とすることで、Nbの融点が2477℃、Ptの融点が1768℃と非常に高く、またAuの融点も1064℃と高いため、熱処理温度では溶解しない。また、合金化が進みにくく安定である。更に、SiがAlGaNに対しn型ドーパントとして働くため、よりいっそうの低コンタクト抵抗化が図れる。そのため、通電時に電極付近の温度が500℃まで上がっても2Ωmm以下の低コンタクト抵抗を実現できた。

なお、本実施例では第1の金属膜303としてNbを用いたが、第1の金属膜としてはV、Mo、Ti、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrのいずれか一つを含む金属膜を使用してもよく、もしくはSi、Nを混合しても良い。ただし、Siの混入比率によっては融点が低下する金属があるため、Siの混入比率は合金の融点が1000℃以上となる比率とすることが好ましい。

また、第2の金属膜304としてAuを用いたが、第1の金属膜303と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auのいずれか一つを含む金属膜で代用することも可能である。

表3に、実施例3において適用可能な第1の金属とその厚さの一例、第2の金属とその厚さの一例を示す。また各金属の融点を元素記号の下に示す。

表 3

Si層	厚さ(nm)	第1の金属	厚さ(nm)	第2の金属	厚さ(nm)
Si	3	<u>V</u> 1915°C	30	<u>V</u> 1915°C	200
		<u>Mo</u> 2620°C	30	<u>Mo</u> 2620°C	200
		<u>Nb</u> 2458°C	30	<u>Nb</u> 2458°C	200
		<u>Ti</u> 1667°C	30	<u>Ti</u> 1667°C	200
		<u>W</u> 3407°C	30	<u>W</u> 3407°C	200
		<u>Fe</u> 1535°C	30	<u>Fe</u> 1535°C	200
		<u>Hf</u> 2222°C	30	<u>Hf</u> 2222°C	200
		<u>Re</u> 3180°C	30	<u>Re</u> 3180°C	200
		<u>Ta</u> 2980°C	30	<u>Ta</u> 2980°C	200
		<u>Zr</u> 1857°C	30	<u>Zr</u> 1857°C	200
				<u>Au</u> 1064°C	200
				<u>Pt</u> 1769°C	200

また、本実施例では、Si層302の厚さを3nm、第1の金属膜303としてのNb層の厚さを30nm、第2の金属層304としてのAu層の厚さを200nmとしたが、Si層、Nb層、Au層の厚さは所望の厚さとすることができる。ただし、金属界面の凹凸の影響でAuが直接半導体もしくはSiと接触することを防ぐため、第1の金属膜（例えばNb層）の厚さは10nm以上が好ましい。また、Si層302が厚くなると、n型ドーパントとして使用されなかったSiが残り、

Si 自体の抵抗値が高いためコンタクト抵抗が悪化することから、Si の厚さは5 nm以下が好ましい。

また、本実施例では、第1及び第2の金属膜303、304を電子銃蒸着により形成したが、スパッタ蒸着等の方法で積層することも可能である。

更に、本実施例では、熱処理温度を1000℃としたが、熱処理温度は使用金属によって所望の温度とすることが可能である。但し、熱処理温度を高くするほうがコンタクト抵抗が低くなる傾向にあるため、800℃以上の熱処理を行うことが好ましい。

また、熱処理の後、別途積層する場合は、目的に応じて、所望の金属を所望の厚さに積層することも可能である。

(他の実施の形態)

上記第2の実施の形態では、第1の金属膜202と窒化物半導体201の間にはSi層は形成されていないが(図2参照)、上記第3の実施の形態(図3参照)と同様に、第1の金属膜202と窒化物半導体201の間にSi層を形成しても良い。この場合、Si層は、窒化物半導体201に対してn型ドーパントとして作用する。

#### 産業上の利用分野

本発明の窒化物半導体装置のオーム性電極は、窒化物半導体を用いた素子、例えば、発光ダイオード、レーザーダイオード、ショットキダイオード、電界効果トランジスタ、バイポーラトランジスタなどに用いることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 窒化物半導体を有する窒化物半導体装置のオーム性電極構造において、  
窒化物半導体上に形成された第1の金属膜と、  
第1の金属膜上に形成された第2の金属膜とを有し、  
第1の金属膜は、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成され、  
第2の金属膜は、第1の金属膜と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成されていることを特徴とする窒化物半導体装置の電極構造。
2. 前記窒化物半導体は、GaN, AlN, InN及びその混合物を主成分とする半導体であることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体装置の電極構造。
3. 前記第1の金属膜と前記窒化物半導体の間には、Si層が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体装置の電極構造。
4. 前記Si層は、前記窒化物半導体に対してn型ドーパントとして作用することを特徴とする請求項3に記載の窒化物半導体装置の電極構造。
5. 窒化物半導体を有する窒化物半導体装置のオーム性電極構造において、  
窒化物半導体上に形成された第1の金属膜と、  
第1の金属膜上に形成された第2の金属膜と、  
第2の金属膜上に形成された第3の金属膜とを有し、  
第1の金属膜は、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zrから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成され、  
第2の金属膜は、第1の金属膜と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、H

f、Re、Ta、Zr、Pt、Auから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成され、

第3の金属膜は、第2の金属膜と異なる、V、Mo、Ti、Nb、W、Fe、Hf、Re、Ta、Zr、Pt、Auから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料で構成されていることを特徴とする窒化物半導体装置の電極構造。

6. 前記窒化物半導体は、GaN, AlN, InN及びその混合物を主成分とする半導体であることを特徴とする請求項5に記載の窒化物半導体装置の電極構造。

7. 前記第1の金属膜と前記窒化物半導体の間には、Si層が形成されていることを特徴とする請求項5に記載の窒化物半導体装置の電極構造。

8. 前記Si層は、前記窒化物半導体に対してn型ドーパントとして作用することを特徴とする請求項7に記載の窒化物半導体装置の電極構造。



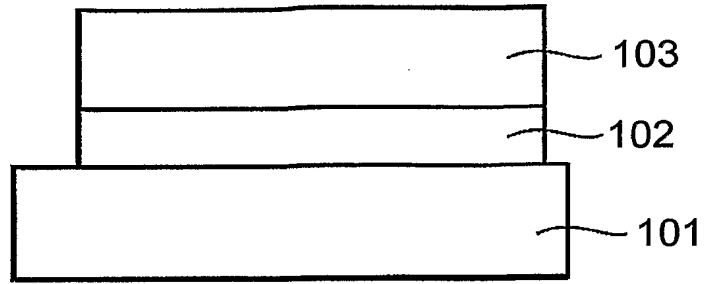


図 1

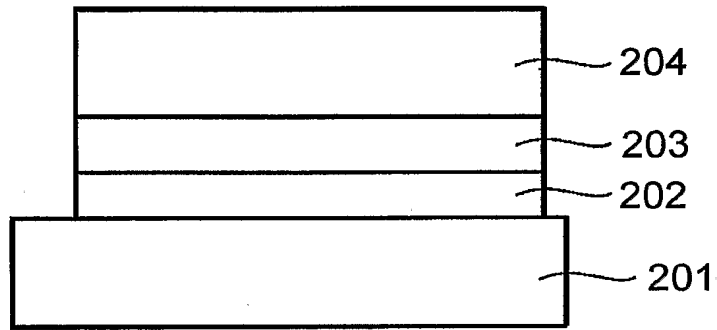


図 2

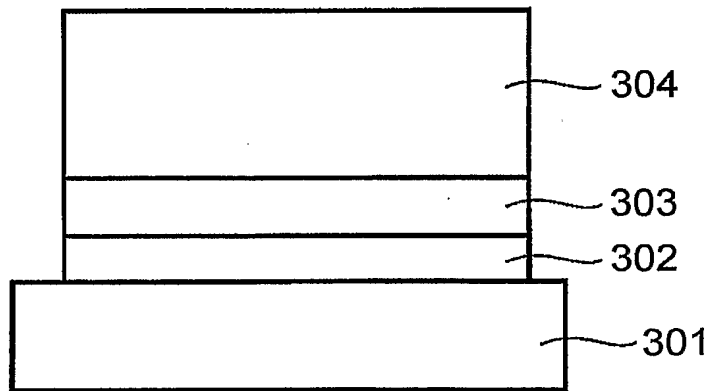


図 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003802

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/28, 33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/28, 33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-77862 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 14 March, 2003 (14.03.03), Claims 1, 4; Par. No. [0011]; Fig. 2 & US 2004/26701 A1 & EP 1424726 A1 & WO 2003/023838 A1	1-4 7, 8
X Y	JP 2003-86553 A (Sharp Corp.), 20 March, 2003 (20.03.03), Claim 5; Par. Nos. [0032], [0037]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2 7, 8
X Y	JP 2003-530716 A (Cree Inc.), 14 October, 2003 (14.10.03), Par. Nos. [0034], [0050]; Fig. 10 & US 6475889 B1 & US 2002/55265 A1 & US 2002/66960 A1 & WO 2001/078120 A	5, 6 7, 8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
11 May, 2005 (11.05.05)

Date of mailing of the international search report  
31 May, 2005 (31.05.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/28, 33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/28, 33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-77862 A (豊田合成株式会社) 2003.03.14, 【請求項 1】、【請求項 4】、段落【0011】、第 2 図 & US 2004/26701 A1 & EP 1424726 A1 & WO 2003/023838 A1	1-4
Y		7, 8
X	JP 2003-86533 A (シャープ株式会社) 2003.03.20, 【請求項 5】、段落【0032】、段落【0037】、第 1 図 (ファミリーなし)	1, 2
Y		7, 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 05. 2005

国際調査報告の発送日

31.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長谷山 健

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

4M

9171

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-530716 A (クリー インコーポレイテッド) 2003.10.14, 段落【0034】, 段落【0050】, 第 10 図 & US 6475889 B1 & US 2002/55265 A1 & US 2002/66960 A1 & WO 2001/078120 A	5, 6
Y		7, 8